

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3908478 A1

⑳ Aktenzeichen: P 39 08 478.7  
㉔ Anmeldetag: 15. 3. 89  
㉕ Offenlegungstag: 5. 10. 89

㉙ Int. Cl. 4:  
**F16D 13/52**  
H 02 K 7/10  
// B60K 17/346,  
23/04, 17/20,  
F16H 1/445

DE 3908478 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

18.03.88 JP P 63-63673

⑦1 Anmelder:

Tochigifujisangyo K.K., Tochigi, JP

⑦4 Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:

Teraoka, Masao, Tochigi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Mehrscheibenkupplung

Eine Mehrscheibenkupplung weist folgendes auf: ein zylindrisches Kupplungsgehäuse, das fest coaxial mit der ersten Welle verbunden ist, ein Kupplungsabenteil, das fest coaxial mit einer zweiten Welle verbunden ist, erste Reibungsplatten, die in Eingriff mit dem zylindrischen Gehäuse sind, zweite Reibungsplatten, die in Eingriff mit dem Abenteil sind, wobei zwischen jeweils zwei ersten Reibungsplatten eine zweite Reibungsplatte angeordnet ist, einen zylindrischen Kupplungsmotor, der coaxial zu der ersten und/oder der zweiten Welle angeordnet ist, und eine Kugelspindel, die zwischen dem zylindrischen Kupplungsmotor und der ersten und/oder der zweiten Welle angeordnet ist, um die Drehbewegung des zylindrischen Kupplungsmotors in eine Axialbewegung desselben zu wandeln, und die beiden ersten und zweiten Reibungsplatten miteinander in Eingriff zu bringen, wenn der zylindrische Kupplungsmotor arbeitet. Da der Kupplungsmotor coaxial zu den beiden Wellen angeordnet ist, ist es möglich, daß man eine große Kupplungseingriffskraft trotz eines klein bemessenen Motors erhält.

DE 3908478 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Mehrscheibenkupplung, und insbesondere befaßt sie sich mit einer vereinfachten Mehrscheibenkupplung, die stabile Reibungsbetriebscharakteristika hat, die zur Anwendung bei einem Differentialgetriebe einer Planetenbauart geeignet sind.

Es gibt natürlich verschiedene Mehrscheibenkupplungen, deren Kupplungseingriffskraft gesteuert werden kann. Diese Mehrscheibenkupplungen können in drei Arten eingereiht werden, elektromagnetische, hydraulische und motorbetriebene Kupplungen. Bei elektromagnetischen Kupplungen werden mehrere Scheiben in Abhängigkeit von der Anzugskraft, die von einem Elektromagneten erzeugt wird, in Eingriff miteinander oder außer Eingriff voneinander gebracht. Um die Kupplungseingriffskraft zu erhöhen oder die Kupplungsleistung oder die Ansprechgeschwindigkeit bei einer elektromagnetischen Kupplung zu verbessern, ist es wesentlich, Reibungsplatten zu verwenden, durch die der magnetische Fluß effizient gehen kann. In der Praxis werden daher die Reibungsplatten aus Eisenreibungsplatten oder einen Überzug hergestellt. Bei der elektromagnetischen Kupplung jedoch ergibt sich eine Schwierigkeit, die darin zu sehen ist, daß der Reibungskoeffizient zwischen den Reibungsplatten über einen großen Reibungsgeschwindigkeitsbereich hinweg nicht gleichmäßig ist. Genauer gesagt, fällt der Reibungskoeffizient ( $\mu$ ) der üblichen Eisenreibungsplatten steil ab, wenn die relative Reibungsgeschwindigkeit ( $v$ ) zwischen den beiden Reibungsplatten niedrig ist, und sie steigt allmählich mit zunehmender relativer Reibungsgeschwindigkeit an, wie dies mit einer durchgezogenen Kurve in Fig. 1 gezeigt ist. Dieser ungleichmäßige Reibungskoeffizient versucht häufig, abnormale Geräusche oder Vibrationen zu erzeugen. In anderen Worten ausgedrückt, ist es zweckmäßig, daß der Reibungskoeffizient ( $\mu$ ) allmählich mit zunehmender relativer Reibungsgeschwindigkeit ( $v$ ) zunimmt, wie dies mit gebrochener Linie in Fig. 1 gezeigt ist. In diesem Zusammenhang erhält man die vorstehend angegebenen bevorzugten Eigenschaften (gebrochene Linie in Fig. 1) dann, wenn man Eisenwiderstandsplatten verwendet, die mit einem Überzug aus Papier und einer Legierung auf Kupferbasis versehen sind. Jedoch sind diese Eisenwiderstandsplatten nicht zur Verwendung bei der elektromagnetischen Kupplung geeignet, da der magnetische Fluß nicht effektiv durchgeht.

Da ferner bei hydraulischen Kupplungen eine Vielzahl von Teilen, wie eine Druckmitteldruckerzeugungseinrichtung (z.B. Ölpumpe), Leitungen, Betätigungseinrichtungen, usw. erforderlich sind, ergibt sich eine weitere Schwierigkeit, die darin zu sehen ist, daß die Anzahl der Bauelemente zunimmt, und daher die Größe und die Kosten der Kupplung zunehmen.

In der US-PS 34 00 610 ist eine motorbetriebene Kupplung bzw. Motorkupplung angegeben. Wenn jedoch die Mehrscheibenkupplung in Verbindung mit einem Differentialgetriebe verwendet wird, so daß sie als eine Differentialbetriebsbegrenzungseinrichtung (Differential Sperre) wirkt, wird der Motor hinsichtlich seinen Abmessungen unvermeidbar größer, da eine große Kraft erforderlich ist, um die Reibungsplatten miteinander in Eingriff zu bringen und den Differentialbetrieb in steuerbarer Weise zu stoppen oder zu begrenzen. Daher tritt hier eine weitere Schwierigkeit auf, die darin zu sehen ist, daß es schwierig ist, in geeigneter Weise einen groß ausgelegten Motor in einer Mehrscheibenkupplung

derart unterzubringen, daß die Reibungsplatten miteinander in Eingriff gebracht werden können oder voneinander abgerückt werden können.

Unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Schwierigkeiten zielt die Erfindung daher darauf ab, eine Mehrscheibenkupplung bereitzustellen, die ausgezeichnete Reibungs(Betriebs-)charakteristika, eine kleine Anzahl von Bauelementen und geringe Abmessungen hat, sowie kostengünstig herzustellen ist.

Nach der Erfindung zeichnet sich eine Mehrscheibenkupplung zum Verbinden und Trennen einer ersten Welle mit und von einer zweiten Welle, die coaxial zueinander angeordnet sind, durch folgendes aus: (a) ein zylindrisches Kupplungsgehäuse 69, das fest coaxial mit der ersten Welle verbunden ist; (b) ein Kupplungsabenteil 71, das fest coaxial mit der zweiten Welle verbunden ist; (c) eine Mehrzahl von ersten Reibungsplatten 73, die in Eingriff mit der Innenumfangsfläche des zylindrischen Kupplungsgehäuses sind; (d) eine Mehrzahl von zweiten Reibungsplatten 75, die in Eingriff mit einer äußeren Umfangsfläche des Nabenelements derart sind, daß die jeweiligen zweiten Reibungsplatten axial zwischen zwei der ersten Reibungsplatten angeordnet sind; (e) ein zylindrischer Kupplungsmotor 65, der coaxial zu der ersten und der zweiten Welle angeordnet ist, um eine Kupplungseingriffskraft nach Maßgabe der Stärke des Motorstroms zu erzeugen, und (f) eine Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung 67, die coaxial zu der ersten und der zweiten Welle angeordnet ist und die Drehbewegung des zylindrischen Motors in einer Axialbewegung desselben umwandelt, um die ersten Reibungsplatten mit den zweiten Reibungsplatten in Eingriff zu bringen oder die Gegenbewegung auszuführen, wenn der zylindrische Kupplungsmotor betätigt wird, wobei die Kupplungseingriffskraft durch den Strom gesteuert wird, der durch den Kupplungsmotor geht.

Der zylindrische Motor weist folgendes auf: (a) ein zylindrisches Statorjoch 83A, (b) wenigstens einen radial magnetisierten Permanentstatormagneten 81, der fest mit dem Statorjoch verbunden ist, (c) einen Rotor, der wenigstens einen radial verlaufenden Rotorarm 91A aufweist, (d) und wenigstens eine Rotorspule 91B, die um den Rotorarm gewickelt ist. Ferner ist es auch möglich, wenigstens eine Statorspule und eine Rotormagnetpule zu verwenden. Wenn der Strom durch die Rotorspule geht, dreht sich der Rotor in einer vorbestimmten Richtung auf der Basis der magnetischen Abstößungs- und Anziehungskräfte, die zwischen dem Statormagneten und der Rotorspule oder der Statorspule und des Rotormagneten erzeugt werden.

Ferner wird die Drehbewegungsumwandlungseinrichtung von einer Kugelspindel gebildet, die zwischen dem zylindrischen Kupplungsmotor und der ersten oder zweiten Welle vorgesehen ist.

Bei der Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung wird ermöglicht, die Kupplungseingriffskraft nach Maßgabe des Stroms zu steuern, der durch den zylindrischen Kupplungsmotor geht. Die Drehkraft des Motors wird in eine axiale Kraft über die Kugelspindel umgewandelt, um die Reibungsplatten in Eingriff zu bringen. Wenn die Kupplung einmal in Eingriff ist, wird eine Leistung zwischen den beiden Wellen nach Maßgabe der Kupplungseingriffskraft übertragen, die nach Maßgabe des Motorstromes veränderbar ist.

Da ferner bei der Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung ein zylindrischer Motor coaxial zu der ersten und zweiten (Eingangs/Ausgangs-) Welle angeordnet ist, kann ein großer Kupplungsmotor vorgesehen werden,

ohne den Kupplungsraum zu vergrößern.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung. Darin zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm zur Verdeutlichung des Zusammenhangs zwischen dem Reibungskoeffizienten und der relativen Reibungsgeschwindigkeit zwischen zwei Reibungsplatten zur Erläuterung der Reibungs-(Betriebs-)Charakteristika der Mehrscheibenplatten,

Fig. 2 eine schematische Ansicht zur Verdeutlichung einer Kraftübertragungseinrichtung einer Brennkraftmaschine bei einem Kraftfahrzeug, das ein Verteilergetriebe hat, welches die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung beispielsweise enthält,

Fig. 3 eine Schnittansicht eines Verteilergetriebes, das mit Differentialzahnradern versehen ist, wobei die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung beispielsweise für dieses Differential bestimmt ist,

Fig. 4 eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung einer ersten bevorzugten Ausführungsform des zylindrischen Kupplungsmotors nach der Erfindung,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung einer Hohlwelle, die mit zwei Schleifringen versehen ist, die in Kontakt mit jeweils zweitesten Leitungen sind,

Fig. 6 eine Teilschnittansicht zur Erläuterung einer versetzten positionsmäßigen Zuordnung zwischen einem Magnetstator und einer Rotorspule,

Fig. 7 eine Draufsicht zur Verdeutlichung einer Federplatte, welche den Motorrotor in einer Löseposition hält, und

Fig. 8 eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des zylindrischen Kupplungsmotors nach der Erfindung.

Die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung wird nachstehend detailliert im Zusammenhang mit einer Übertragungseinrichtung, wie eines Differentials der Planetengetriebebauart erläutert, das an einem vierradgetriebenen Fahrzeug (4WD-Fahrzeug) beispielsweise vorgesehen ist. Die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung ist in einem Verteilergetriebegehäuse eines 4WD-Fahrzeuges als eine zentrale Differentialantriebsleistungsbegrenzungseinrichtung (Differentialsperre) angeordnet. Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird eine von einer Brennkraftmaschine 1 erzeugte Leistung mittels Gangschaltung über ein Getriebe 3 und dann zu einer Verteilereinrichtung 7 über eine Getriebeabtriebswelle 5 übertragen. Eine zu dem Verteilergetriebe 7 übertragene Brennkraftmaschinenleistung wird ferner auf ein vorderradseitiges Differentialgetriebe 13 über eine Verteilergetriebeabtriebswelle 9 übertragen, um die beiden Vorderräder 17 und 19 anzutreiben und zugleich wird diese auf ein hinterradseitiges Differentialgetriebe 15 über eine Gelenkwelle 11 übertragen, um die beiden Hinterräder 21 und 23 anzutreiben.

Fig. 3 zeigt ein Verteilergetriebe 7, das zwischen einem Getriebe 3 und den beiden vorderen und hinteren Differentialgetrieben 13 und 15 als Zwischenverbindung vorgesehen ist. Eine Mehrscheibenkupplung 63 nach der Erfindung ist hierbei vorgesehen. Das Verteilergetriebe 7 weist grob gesprochen ein Verteilergetriebegehäuse 29, eine Eingangswelle 25, die mit der Getriebeabtriebswelle 5 verbunden ist, eine Ausgangswelle 31, die mit der Gelenkwelle 11 verbunden ist, eine Riemenscheibe 43, die mit der Verteilergetriebeabtriebswelle 9 verbunden ist, ein Differentialgetriebe 59, eine Mehrscheibenkupplung 63, die Reibungsplatten 73 und 75

enthält, einen zylindrischen Kupplungsmotor 65 und eine Kugelspindel (Drehbewegungsumwandlungseinrichtung) 67 auf.

Genauer gesagt, ist unter Bezugnahme auf Fig. 3 die Eingangswelle 25 durch das Verteilergetriebegehäuse 29 mit Hilfe eines Lagers 27 drehbeweglich gelagert, um eine von dem Getriebe 3 über die Getriebeabtriebswelle 5 kommende Brennkraftmaschinenleistung aufzunehmen. Dieses Verteilergetriebegehäuse 29 weist drei gesonderte Teile auf, die miteinander über zwei Verbindungsflächen 28 und 30 verbunden sind. Die Abtriebswelle 31 ist ebenfalls mit Hilfe des Verteilergetriebegehäuses 29 und einem Lager 33 drehbeweglich und koaxial zu der Eingangswelle 25 gelagert, um eine Brennkraftmaschinenleistung auf das Hinterraddifferentialgetriebe 15 über die Gelenkwelle 11 zu übertragen. Ein inneres Ende dieser Abtriebswelle 31 ist trompetenförmig ausgebildet. Die Eingangswelle 25 und die Abtriebswelle 31 sind drehbeweglich miteinander über ein Nadellager 35 verbunden, das in dem zuinnerst liegenden Teil des trompetenförmigen Endes der Abtriebswelle 31 eingesetzt ist.

Andererseits ist eine erste hohle Riemenscheibe 37 durch die Eingangswelle 25 über ein Nadellager 39 und durch das Verteilergetriebegehäuse 29 über ein Lager 41 drehbeweglich derart gelagert, daß sie bezüglich der Eingangswelle 25 koaxial angeordnet ist. Zusätzlich ist eine zweite Riemenscheibe 43 durch das Verteilergetriebegehäuse 29 über zwei Lager 45 und 47 auf der quer in der Seite des Verteilergetriebegehäuses 29 derart drehbeweglich gelagert, daß sie parallel zu der Riemenscheibe 37 angeordnet ist. Die Umfangsfläche der Riemenscheibe 37 oder 43 ist mit einer Mehrzahl von Stegteilen versehen, die in axialer Richtung der Riemenscheibe in regelmäßigen Winkelabständen verlaufen. Ein Steuerriemen 49 läuft um die beiden Riemenscheiben 37 und 43. Eine weitere Abtriebswelle (nicht gezeigt) ist mittels eines Keils in Eingriff mit der Riemenscheibe 43, um eine Brennkraftmaschinenleistung auf das vorderradseitige Differentialgetriebe 13 über die Abtriebswelle 9 zu übertragen.

Das zentrale Differentialgetriebe 59 weist eine Trägerplatte 53 auf, die mittels eines Keileingriffes mit dem inneren (hinteren) Ende der Eingangswelle 25 zusammenarbeitet. Ferner weisen die Planetenräder 51, die an der Trägerplatte 53 drehbar gelagert sind, ein Sonnenrad 55, das einteilig mit der Riemenscheibe 37 an der inneren (hinteren) Umfangsfläche ausgebildet ist und in Eingriff mit dem Planetenrad 51 ist, und ein inneres Umfangersrad 57 auf, das an dem inneren (vorderen), trompetenförmigen Ende der Abtriebswelle 31 in Kämmeingriff mit den Planetenrädern 51 ist. Somit wird eine Brennkraftmaschinenleistung von der Eingangswelle 25 auf die Vorderräder 17 und 19 über den Träger 53, die Planetenräder 51, das Sonnenrad 55, die Riemenscheibe 37, den Steuerriemen 49, die Riemenscheibe 43 und der Verteilergetriebeabtriebswelle 9 übertragen. Ferner wird eine Brennkraftmaschinenleistung von der Eingangswelle 25 auf die Hinterräder 21 und 23 über den Träger 53, die Planetenräder 51, das innere Umfangersrad 57, die Abtriebswelle 31 und die Gelenkwelle 11 übertragen. Die Differenz der Drehgeschwindigkeit zwischen den Vorderrädern 17 und 19 (Eingangswelle 25) und den Hinterrädern 21 und 23 (Abtriebswelle 31) wird durch die Drehung der Planetenräder 51 ausgeglichen.

In dem Verteilergetriebegehäuse 29 ist eine Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung derart angeord-

net, daß sie als eine Differentialbetriebsbegrenzungseinrichtung (d.h. als eine Einstelleinrichtung) für das Differentialgetriebe 59 (bzw. Differentialsperre) wirkt. Die Mehrscheibenkupplung 63 weist zwei Sätze von Reibungsplatte 73 und 75, einen zylindrischen Kupplungsmotor 65 und eine Drehbewegungsumwandlungseinrichtung (z.B. eine Kugelspindel) 67 auf, welche die Motordrehbewegung in eine axiale Motorbewegung umwandelt.

Eine Mehrzahl von ersten Reibungsplatten 73 ist mittels Keilen mit der inneren Umfangsfläche eines Kupplungsgehäuses 69 verbunden, und eine Mehrzahl von zweiten Reibungsplatten 75 ist mittels einer Keilverbindung mit der äußeren Umfangsfläche eines Kupplungsnabenteils 71 verbunden.

Jede der ersten und zweiten Reibungsplatten 73 und 75 sind alternierend derart angeordnet, daß zwischen jeweils zwei Reibungsplatten des einen Satzes eine Reibungsplatte des anderen Satzes angeordnet ist. Somit liegt jede der ersten Reibungsplatten zwischen zwei zweiten Reibungsplatten, die in axialer Richtung angeordnet sind. Ferner sind diese Reibungsplatten 73 und 75 zwischen einer ersten Antriebsplatte 77, die fest mit dem Nabenteil 71 verbunden ist (die fest mit der Abtriebswelle 31 verbunden ist, die mit den Hinterrädern in Verbindung steht), und einer zweiten Antriebsplatte 79 angeordnet, die fest mit dem Kupplungsgehäuse 69 verbunden ist (das fest mit der ersten Riemenscheibe 37 verbunden ist, die mit den Vorderrädern in Verbindung steht). Ferner ist die axiale Position des Kupplungsgehäuses 69 durch einen Anschlagring 70 bestimmt, der mit dem Sonnenrad 55 zusammenarbeitet, das einstückig mit der ersten Riemenscheibe 37 ausgebildet ist, und das Nabenteil 71 ist fest mit dem äußeren Umfang des trompetenförmigen Abschnitts der Abtriebswelle 31 verbunden. Die vorstehend genannten Reibungsplatten 73 und 75 sind Eisenplatten, die auf beiden Flächen jeder Platte mit einem Papierüberzug versehen sind.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und 4 weist der zylindrische Kupplungsmotor 65 ein doppeltes, zylindrisches Statorjoch 63 auf, das einen äußeren zylindrischen Abschnitt 83A und einen inneren zylindrischen Abschnitt 83B hat. Ferner sind vier Statormagnete (beispielsweise aus Ferrit hergestellt) 81 vorgesehen, die fest auf der inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts 83A in regelmäßigen Winkelabständen angeordnet sind. Ein Motor 91 ist vorgesehen, der vier radial verlaufende Arme 91A hat, um die jeweils eine Spule 91B gewickelt ist. Eine Hohlwelle 93 ist mittels Preßsitz in einer Mittelöffnung des Rotors 91 angeordnet. Eine Mehrzahl von Stahlkugeln 95 ist zwischen zwei spiralförmigen Ausnehmungen angeordnet, die in der inneren Umfangsfläche der Hohlwelle 93 und in einer äußeren Umfangsfläche des inneren zylindrischen Abschnitts 83B des Statorjochs 83 ausgebildet sind.

Das Statorjoch 83A, 83B ist fest mit dem Verteilergtriebegehäuse 29 mit Hilfe von Schrauben 85 verbunden. Die Abtriebswelle 31 jedoch ist durch die innere Umfangsfläche des inneren zylindrischen Abschnitts 83B über ein Nadellager 89 drehbeweglich gelagert.

Die Hohlwelle 93 wird in Kupplungsausrückrichtung (in Fig. 3 in Richtung nach rechts) durch ein quer angeordnetes Federglied 94 gedrückt, das in Fig. 7 gezeigt ist. Der Rotor 91 und der Statormagnet 81 haben in diesem Zustand die relativen Positionen zueinander, die in Fig. 4 gezeigt sind.

Ferner sind zwei bogenförmige Schleifringe 94A und 94B fest mit der äußeren Umfangsfläche der Hohlwelle

93 verbunden, und zwei Bürstenleitungen 94a und 94b sind derart angeordnet, daß sie in Kontakt mit den beiden Schleifringen 94A und 94B jeweils gebracht werden können. Somit wird mit Hilfe der ersten Bürstenleitung 94A Strom durch die vier Spulen 91B, den ersten Schleifring 94A, die vier Spulen 91B und den zweiten Schleifring 94B und zu den zweiten Bürstenleitungen 94b geleitet, um den Kupplungsmotor 65 zu betreiben.

Wenn der Strom auf die vorstehend beschriebene Weise durchgeht, wird der Rotor 91A in radialer Richtung mit einer Polarität magnetisiert, die in Fig. 4 gezeigt ist. Somit wird der Rotor 91 von dem Statormagneten 81 abgestoßen. In diesem Fall läßt sich die Drehrichtung des Rotors durch die Richtung der spiralförmigen Ausnehmung bestimmen, längs der die Stahlkugeln 95 angeordnet sind. Beispielsweise ist in Fig. 4 als Drehrichtung die Gegenuhzeigerrichtung angegeben. Wenn in diesem Fall der Rotor 91 sich in Uhrzeigerrichtung dreht, wird das am äußersten rechtsliegende Ende der Hohlwelle 93 in Kontakt mit der inneren Fläche des Statorjochs 83 gebracht. Bevorzugt ist es jedoch, den Rotor 91 um einen Abstand  $D$  von dem Statormagneten 81 zu versetzen, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist, wenn kein Strom durch die Spulen 91B geht, um die Drehrichtung des Rotors 91 zu bestimmen.

Ferner ist es ebenfalls bevorzugt, zu Beginn die Rotorspule 91B von dem Statormagneten 81 durch einen großen Abstand in der Kupplungsausrückstellung zu versetzen, so daß die Rotorspule 91B durch den Statormagneten 81 in Richtung der Kupplungseingriffsstellung angezogen wird, wenn der Motor aktiviert wird.

Fig. 8 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des zylindrischen Kupplungsmotors 65. Bei dieser Ausführungsform sind vier Permanentmagnete 181 fest mit der äußeren Umfangsfläche der Hohlwelle 93 verbunden, und vier Spulen 91B sind fest mit der inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts 83A des Statorjochs 83 verbunden. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform ist jeweils eine Spule 91B um den jeweiligen Armteil 191A gewickelt, und anschließend ist der Armabschnitt 191A, der mit der Spule 91B versehen ist, fest mit der inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts 83A mit Hilfe von Schrauben (nicht gezeigt) verbunden. Ferner sind bei dieser Ausführungsform kein Schleifring und keine Bürste oder keine Bürstenleitungen erforderlich, da die Spulen 91B fest mit dem Statorjoch 83 verbunden sind. Bei dieser zweiten bevorzugten Ausführungsform können beiden Abstoßungs- und Anziehungsmethoden auf gleiche Weise wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform nach Fig. 4 verwendet werden.

Ferner kann bei den beiden vorstehend genannten ersten und zweiten bevorzugten Ausführungsformen die Drehkraft des Kupplungsmotors, d.h. die Eingriffskraft der Kupplung nach Maßgabe der Stärke des Motorstroms gesteuert werden, der beispielsweise von einer zentralen Verarbeitungseinheit (CPU) zugeführt wird, die nicht gezeigt ist.

Die Stahlkugeln 95, die zwischen dem Statorjoch 83B und der Hohlwelle 93 angeordnet sind, dienen als eine Kupplungsmotordrehbewegungs-Umwandlungseinrichtung.

Genauer gesagt, ist die hohle Rotorwelle 93 mittels eines festen Durchgangs durch die Mittelöffnung des Motorrotors 91 durchgeführt, und sie ist drehbeweglich mit Hilfe des inneren zylindrischen Abschnitts 83B des zylindrischen Jochs 83 über eine Anzahl von Stahlkugeln 95 gelagert, die längs zwei gegenüberliegenden spi-

ralförmigen Nuten angeordnet sind, die auf der Innen-  
umfangsfläche der hohlen Rotorwelle 93 und der äußeren  
Umfangsfläche des inneren zylindrischen Abschnittes  
83B des Statorjochs 83 ausgebildet sind. Obgleich  
nicht gezeigt ist, sind zwei Kugelanschlagringe auf bei-  
den Enden der spiralförmigen Ausnehmungen vorgese-  
hen, um zu verhindern, daß die Stahlkugeln 95 austreten  
können. Ferner ist ein Andrückring 97 fest mit dem  
inneren (vorderen) Ende der hohlen Rotorwelle 93 ver-  
bunden, so daß dieser über ein Nadellager 99 in Kontakt  
mit der Andrückplatte 79 bringbar ist.

Der Kupplungsmotor 85 wird von Hand über eine  
Steuereinrichtung (nicht gezeigt) durch den Fahrer nach  
Maßgabe der Fahr- oder Straßenbedingungen oder auto-  
matisch in Abhängigkeit von Signalen eingeschaltet,  
die von Schlupfsensoren (nicht gezeigt) geliefert wer-  
den, die jeweils für die vier Räder 17, 19, 21 und 23  
vorgesehen sind.

Nachstehend wird die Arbeitsweise der vorstehend  
erläuterten Mehrscheibenkupplung 63 näher erläutert.

Wenn der Kupplungsmotor 85 durch einen Strom ein-  
geschaltet wird, dreht sich der Rotor 91 relativ zu dem  
Stator 81 in Vorwärtsrichtung, und daher bewegt er sich  
in Richtung nach links (in Richtung der Fahrzeugvor-  
derseite) in Fig. 3 auf Grund der Drehbewegungs-Um-  
wandlungseinrichtung (die Kugelspindel) 67. Als Folge  
hiervon bewegt sich der Andrückring 97 in Richtung  
nach links unter Ausführung einer Drehbewegung, so  
daß die Kupplung 63 angezogen über das Nadellager 99  
eingerückt ist. Wenn die Kupplung 63 unter Andrücken  
eingerückt ist, wird auf Grund der Verbindung der Ab-  
triebswelle 31 und der Riemenscheibe 37 miteinander  
eine an der Eingangswelle 25 anliegende Brennkraftma-  
schinenleistung gleichzeitig auf das vordere Differential-  
getriebe 13 über die Riemenscheibe 37 und auf das  
hintere Differentialgetriebe 15 über die Abtriebswelle  
31 unter den Bedingungen übertragen, daß der Differ-  
entialbetrieb des Differentialgetriebes 59 gestoppt  
oder begrenzt bzw. gesperrt ist. Da in diesem Fall das  
Drehmoment des Motors 65 grob gesehen proportional  
zum Motorantriebsstrom ist, ist es möglich, daß die Ein-  
griffskraft der Kupplung 63, d.h. der Differentialgrad des  
Differentialgetriebes 59, einstellbar ist.

Wenn andererseits der Motor 65 in Umkehrrichtung  
läuft, wird auf Grund der Bewegung des Rotors 91 in  
Fig. 3 in Richtung nach rechts (in Richtung der Fahr-  
zeugrückseite) die Kupplung 63 ausgerückt oder ihre  
zusammenarbeitenden Teile werden voneinander ge-  
trennt. Wie zuvor angegeben ist, kann die Mehrschei-  
benkupplung 63 den Differentialbetrieb des Differential-  
getriebes 59 des Verteilergetriebes 79 steuern.

Unter Bezugnahme auf das Fahrzeugfahrverhalten  
wird nachstehend die zuvor angegebene Funktion näher  
erläutert.

Wenn das Fahrzeug auf einer gepflasterten Straße  
fährt und die Kupplung 63 manuell oder automatisch (in  
Abhängigkeit von Radschlupfsensoren) ausgerückt ist,  
arbeitet das Differentialgetriebe 59 als ein übliches zentra-  
les Differentialgetriebe, so daß eine Brennkraftma-  
schinenleistung stabil auf die Vorderräder 17 und 19 und  
die Hinterräder 21 und 23 entsprechend den Straßen-  
oberflächenbedingungen übertragen wird. Wenn ferner  
das Fahrzeug um eine Kurve fährt, wird eine Brenn-  
kraftmaschinenleistung auf die vier Räder übertragen,  
so daß eine optimale Reifenhaftung im Ausgleich erzielt  
werden kann, und man daher eine Lenkstabilität in ver-  
besserter Form hat. Wenn zusätzlich das Fahrzeug eine  
scharfe Kurve mit einer niedrigen Geschwindigkeit

durchfährt, wenn das Fahrzeug beispielsweise in eine  
Garage eingeparkt wird, dann auf Grund der in der  
Gelenkwelle 11 erzeugten Torsionskraft, die durch das  
zentrale Differentialgetriebe 59 aufgehoben wird, er-  
möglichst werden, daß sie sogenannte Erscheinung des  
Bremens bei scharfen Kurven verhindert wird.

Wenn andererseits das Fahrzeug auf einer schlüpfrigen  
Straße fährt und somit eines der Hinterräder 21 und  
23 durchrutscht und hängenbleibt (das Rad bleibt auf  
dem Untergrund haften), wird das Differentialgetriebe  
59 gesperrt, da die Kupplung 63 manuell oder automa-  
tisch eingerückt wird. Da unter diesen Bedingungen die  
Brennkraftmaschinenleistung auf die nicht durchrut-  
schenden Räder gleichmäßig übertragen werden kann,  
ist es möglich, daß das Fahrzeug im festsitzenden Zu-  
stand auf einer schlammigen Straße herausgezogen  
werden kann.

Da bei der Mehrscheibenkupplung nach der Erfin-  
dung der magnetische Fluß durch die Reibungsplatten  
73 und 75 wie bei dem Fall der elektromagnetischen  
Kupplung geht, ist es möglich, daß man die jeweiligen  
Reibungsplatten derart ohne Behinderungen frei ausle-  
gen kann, daß sie ausgezeichnete Friktionseigenschaf-  
ten haben, wobei man auch einen Überzug versehen  
kann. Die Kupplung nach der Erfindung hat daher meh-  
rere nachstehend angegebene Vorteile: (1) Da die mit  
einem Überzug versehenen Reibungsplatten verwendet  
werden können, ist es möglich, die Kupplung 63 für die  
maximale Eingriffskraft (im Hinblick auf die Leistung)  
unter Verwendung von Reibungsplatten mit großem  
Reibungskoeffizienten auszulegen; (2) da die Reibungs-  
platten, die mit einem Überzug versehen sind, verwen-  
det werden können, ist es möglich, daß verhindert wer-  
den kann, daß sich die Kupplungseingriffskraft verän-  
dern kann, was bedeutet, daß die Kupplungseingriff-  
kraft bei zunehmender Kupplungstemperatur abnimmt;  
(3) da man einen gleichförmigen Reibungskoeffizienten  
( $\mu$ ) erhält, wie dies mit gebrochenen Linien in Fig. 1  
gezeigt ist, ist es möglich, daß man abnormale Ge-  
räusch- und Schwingungserzeugungen verhindern  
kann; (3) da keine Hystereseerscheinungen wie bei einer  
elektromagnetischen Kupplung auftreten, erhält man  
eine schnelle Ansprechgeschwindigkeit, und das Motor-  
drehmoment, das man erhält, wenn kein Strom durch-  
geht, ist klein; (4) die Anzahl der Elemente ist gering im  
Vergleich zu der hydraulischen Kupplung, und es sind  
keine Leitungsverlegungsarbeiten erforderlich; (5) da  
der ringförmige Motor coaxial zu der Eingangs- und  
Abtriebswelle angeordnet ist, wird ermöglicht, daß ein  
starker Motor in dem Verteilergetriebegehäuse ange-  
ordnet werden kann, ohne die Abmessungen des Vertei-  
lergetriebes zu vergrößern.

Ohne eine Beschränkung auf die Kugelspinden 67 ist  
es ferner möglich, eine Nockeneinrichtung zu verwen-  
den, die mittels einer Rückholfeder betätigt wird, wobei  
eine solche Einrichtung als Drehbewegungs-Umwand-  
lungseinrichtung verwendet werden kann, da der Win-  
kelhub des Rotors 91 zum Einrücken der Kupplung 63  
60° C ist oder kleiner.

Ferner kann ohne eine Beschränkung auf die vorsteh-  
end beschriebenen Differentialgetriebe der Planeten-  
getriebebauart die Mehrscheibenkupplung 63 nach der  
Erfindung auch bei Differentialgetrieben anderer Bau-  
arten Anwendung finden, beispielsweise im Zusammen-  
hang mit vorderradseitigen und hinterradseitigen  
Differentialgetrieben, die eine Umschaltung von einem Zwei-  
radantrieb auf einen Vierradantrieb ermöglichen. Fer-  
ner kann die Kupplung nach der Erfindung auf vielen

technischen Gebieten anstelle von elektromagnetischen Kupplungen oder hydraulischen Kupplungen eingesetzt werden, ohne daß hiermit eine Beschränkung auf das Gebiet des Kraftfahrzeugbaus beabsichtigt ist.

#### Patentansprüche

1. Mehrscheibenkupplung zum Ineingriffbringen und Lösen einer ersten Welle mit und von einer zweiten Welle, die koaxial zueinander angeordnet sind, gekennzeichnet durch:
  - (a) ein zylindrisches Kupplungsgehäuse (69), das fest koaxial mit der ersten Welle verbunden ist,
  - (b) ein Kupplungsabenteil (71), das fest koaxial mit der zweiten Welle verbunden ist,
  - (c) eine Mehrzahl von ersten Reibungsplatten (73), die in Eingriff mit einer inneren Umfangsfläche des zylindrischen Kupplungsgehäuses sind,
  - (d) eine Mehrzahl von zweiten Reibungsplatten (75), die in Eingriff mit einer äußeren Umfangsfläche des Abenteils derart sind, daß jede zweite Reibungsplatte axial zwischen zwei benachbarten ersten Reibungsplatten angeordnet ist,
  - (e) einen zylindrischen Kupplungsmotor (65), der koaxial zu der ersten und/oder zweiten Welle angeordnet ist, um eine Kupplungseingriffskraft nach Maßgabe der Stärke des Motorstroms zu erzeugen, und
  - (f) eine Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung (67), die koaxial zu der ersten und/oder der zweiten Welle angeordnet ist, um die Drehbewegung des zylindrischen Kupplungsmotors in eine Axialbewegung desselben umzuwandeln und die ersten Reibungsplatten mit den zweiten Reibungsplatten in Eingriff zu bringen oder umgekehrt, wenn der zylindrische Kupplungsmotor in Betrieb ist, wobei die Kupplungseingriffskraft durch den durch den Kupplungsmotor gehenden Strom gesteuert wird.
2. Mehrscheibenkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Kupplungsmotor (65) aufweist:
  - (a) ein zylindrisches Statorjoch (83A),
  - (b) wenigstens einen radial magnetisierten Permanentstatormagneten (81), der fest mit einer inneren Umfangsfläche des zylindrischen Statorjochs verbunden ist,
  - (c) einen Rotor (91), der mit wenigstens einem radial verlaufenden Rotorarm (91A) versehen ist, der derart ausgelegt ist, daß er einer inneren Umfangsfläche des Permanentstatormagneten gegenüberliegt, und
  - (d) wenigstens eine Rotorspule (91B), die um den radial verlaufenden Arm des Rotors gewickelt ist.
3. Mehrscheibenkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Motor (56) aufweist:
  - (a) ein zylindrisches Statorjoch (83A),
  - (b) wenigstens einen radial verlaufenden Statorarm (191A), der fest mit einer inneren Umfangsfläche des zylindrischen Statorjochs verbunden ist,
  - (c) wenigstens eine Statorspule (191B), die um

den radial verlaufenden Statorarm gewickelt ist, und

(d) wenigstens einen radial magnetisierten Permanentrotormagneten (181), der derart angeordnet ist, daß er einer inneren Umfangsfläche des Statorarms gegenüberliegt.

4. Mehrscheibenkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung eine Kugelspindel (67) aufweist, die zwischen dem zylindrischen Kupplungsmotor (65) und der ersten und/oder zweiten Welle vorgesehen ist.

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

39 08 478  
F 16 D 13/52  
15. März 1989  
5. Oktober 1989

3908478

FIG. 1

18

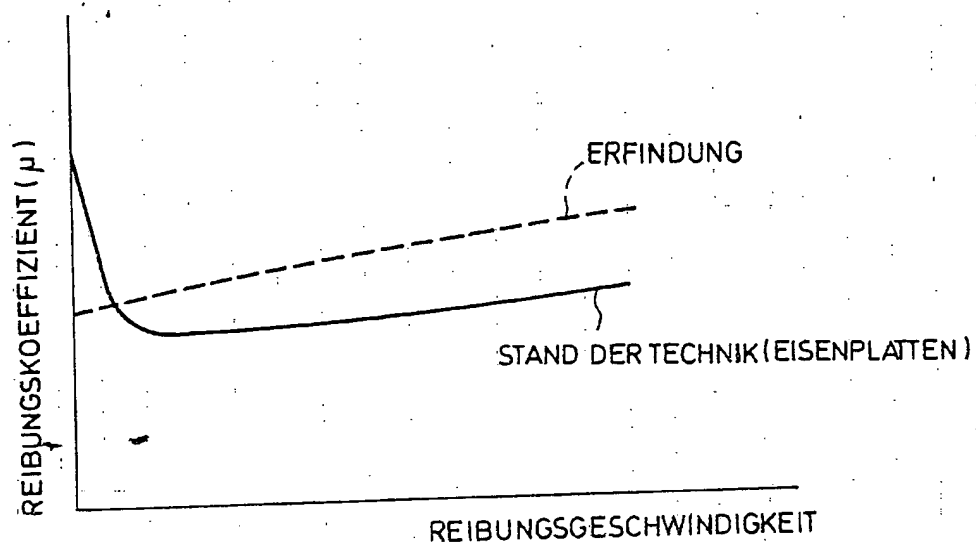
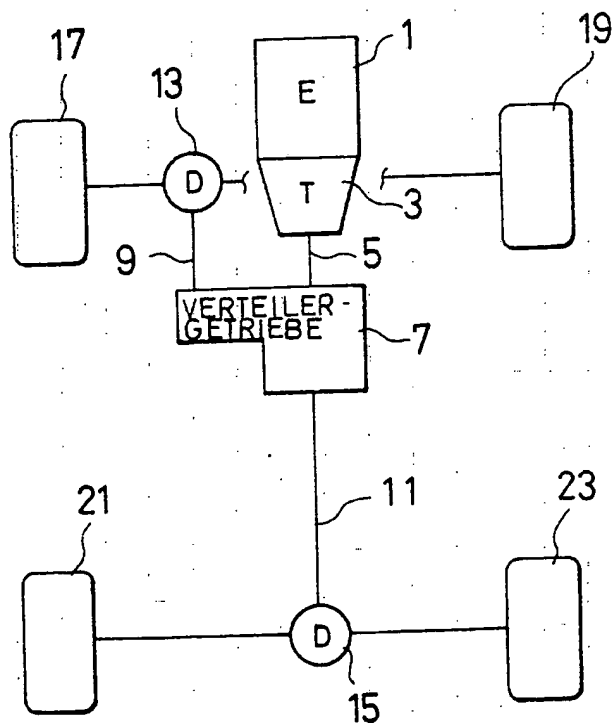


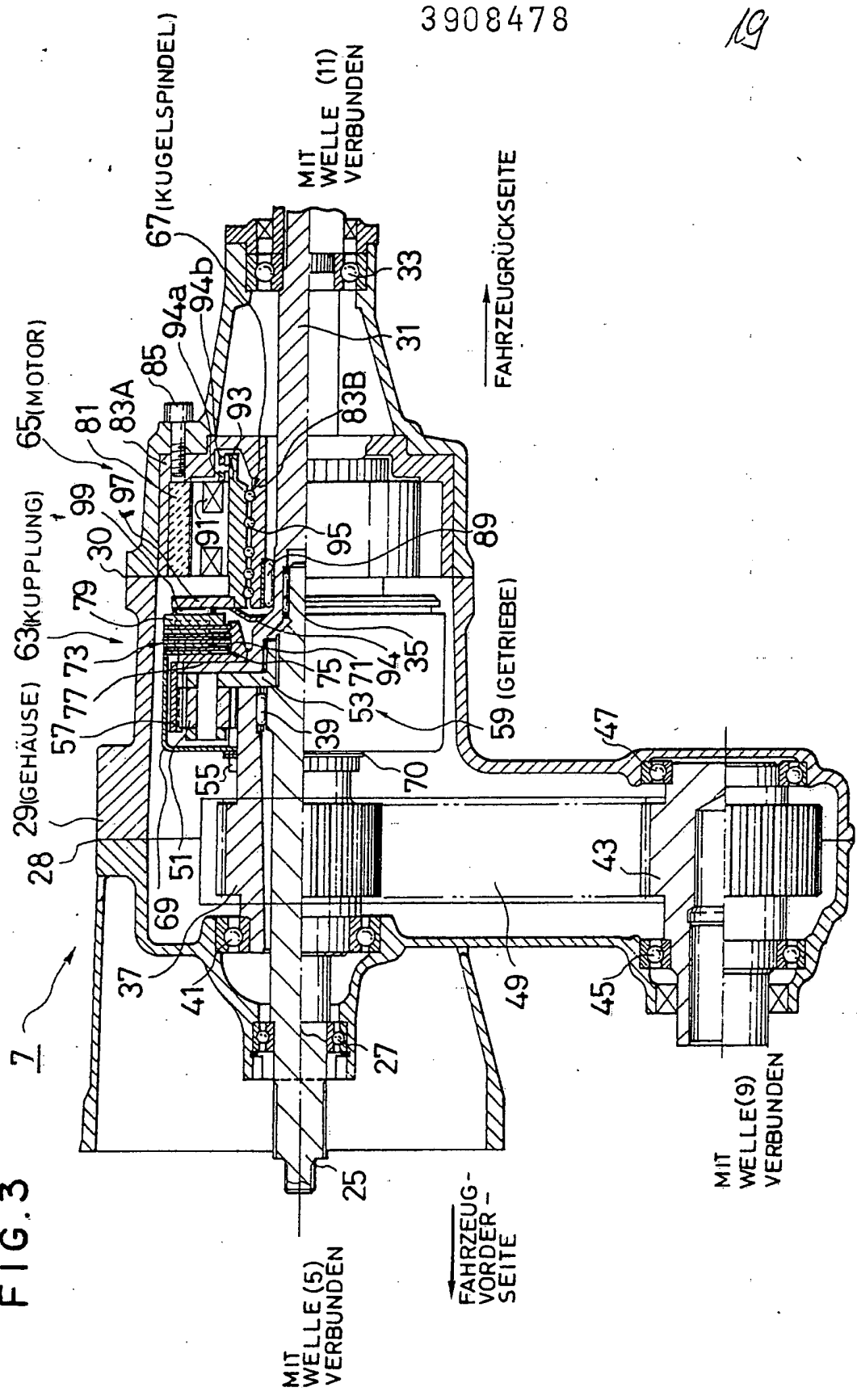
FIG. 2



3908478

19

FIG. 3





3903478

20

FIG. 4

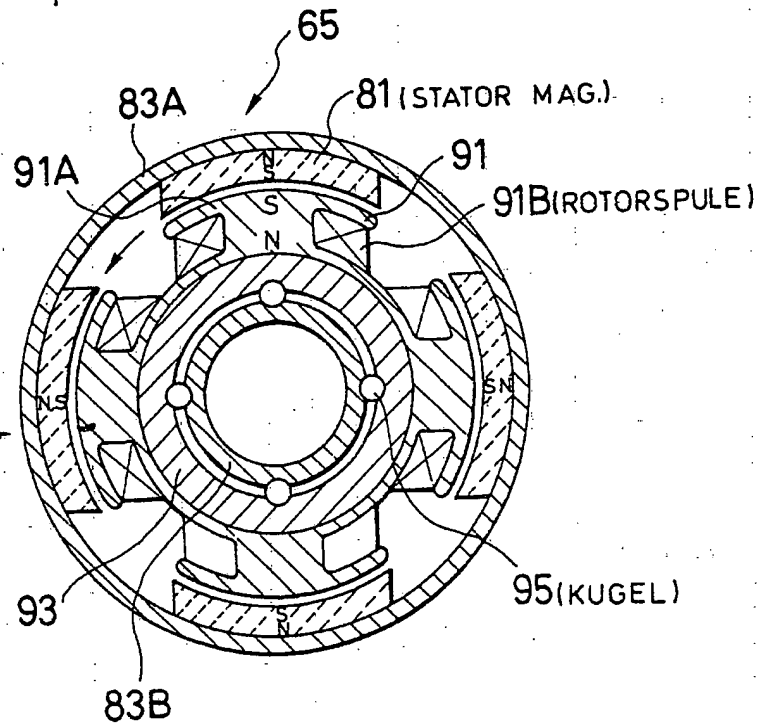
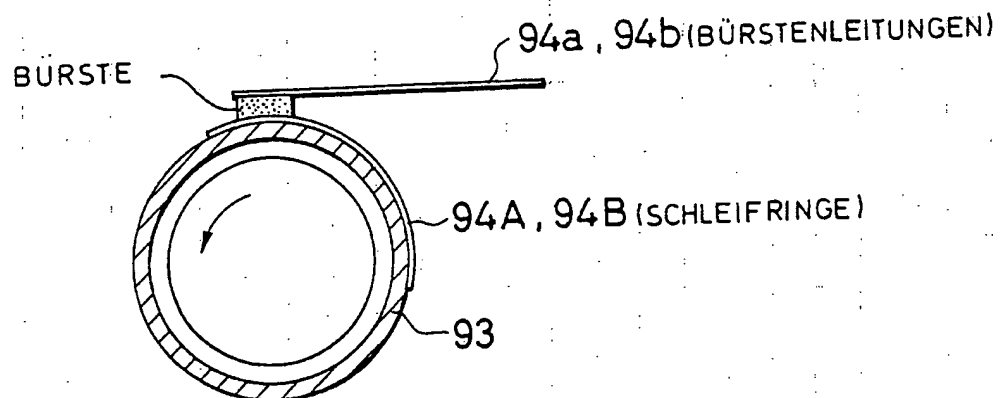


FIG. 5



10-05-88

3908478

21\*

FIG. 6

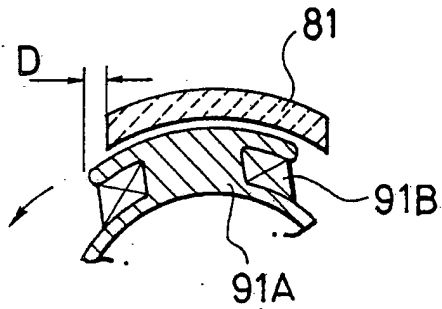


FIG. 7

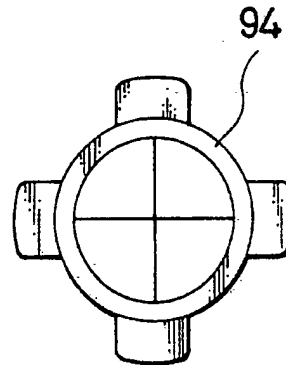


FIG. 8

